

УДК 621.643:620.191.4

СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ГАЗОВОЇ МЕРЕЖІ КРАСНОПОПІВСЬКОГО ПІДЗЕМНОГО СХОВИЩА ГАЗУ

© Ніколаєв О. В., 2002

Івано–Франківський національний технічний університет нафти і газу

Запропоновано систему для контролю технічного стану газової мережі підземних сховищ газу в реальному масштабі часу з видачею інформації на диспетчерський пункт. Розроблена система дає можливість визначати переміщення контрольованих об'єктів без використання реперних пристроїв.

Оцінка факторів впливу на технічний стан газової мережі Краснопопівського підземного сховища газу (ПСГ) показала, що основними із них є:

- деформація ґрунтів,
- сейсмовплив,
- циклічність відбору газу,
- температурний вплив.

Аналіз вказаних факторів впливу показав, що найбільш ефективним є комплексний підхід до відбору методики контролю технічного стану газової мережі ПСГ.

Це пов'язано насамперед із тим, що перераховані фактори практично не корельовані, вони не пов'язані в часі, їх вплив має випадковий характер. Тому проведення комплексу досліджень дозволяє отримати найбільш повну інформацію про технічний стан як окремих об'єктів контролю, так і всієї газової мережі. Це в свою чергу дає можливість прогнозування подальших дій з метою забезпечення безаварійної роботи ПСГ в цілому. У відповідності до впливу окремих факторів на технічний стан газової мережі сховища використовують ту чи іншу методику контролю. Результати комплексного контролю технічного стану досліджуваного об'єкту найбільш повно відповідають його діагностичній моделі.

Провівши геодезичні спостереження і визначивши просторові параметри поверхні ґрунту, а також об'язки компресорної станції газової мережі, визначають:

- загальне положення об'єктів контролю (ОК),
- відхилення положення ОК від проектного,
- критичні місця в трубопроводах,
- перерізи трубопроводів для подальшого контролю і оцінки стану металу.

Даний вид контролю є підготовчим для подальших дій з оцінки технічного стану ОК, так як він не дає кількісної характеристики стану найбільш важливих елементів підконтрольної системи, а саме технічного стану трубопроводів, а тільки зміну їх просторового положення.

Для визначення технічного стану трубопрово-

дів, основним параметром якого є напружений стан металу, використовується метод ультразвукової діагностики.

Суть методу полягає в тому, що в певних перерізах, визначених геодезичним методом, визначають величини напружень. Дані напруження виникають внаслідок дії кожного із вищевказаних факторів як окремо, так і в комплексі. До даної дії факторів, які впливають на напружено деформований стан трубопроводів і класифікуються як експлуатаційні фактори, можуть додаватися і інші. Зокрема, це відноситься до залишкового напруження в навіколошовній зоні при зварюванні трубопроводів у вітку чи при виготовленні самих труб. Визначивши залишкові чи експлуатаційні значення напружень в стінках трубопроводів, можна характеризувати їх технічний стан.

Внаслідок того, що неможливо встановити вплив дії окремих факторів на визначальний параметр, як і кількісний їх вплив, то головною задачею прогнозування є визначення змін окремих параметрів трубопроводу в часі і їх ідентифікація. Для вирішення даної задачі використовується розроблена гідродинамічна система спостережень (ГДСС) за просторовою зміною газової мережі ПСГ.

Основою для виконання даної задачі є методика, згідно з якою на території діючого ПСГ проводяться спостереження за деформацією існуючих підземних споруд і об'єктів, а також елементів підземних споруд, які експлуатуються в зоні можливих деформацій.

Спостереження за вертикальними рухами земної поверхні допоможуть прогнозувати наявність можливих загрозливих деформацій наземних і підземних діляниць газопроводів станції підземного зберігання газу (СПЗГ), можливість виникнення аварійних ситуацій, які можуть вивести систему газопостачання з експлуатації, привести до людських жертв та інших невинуватених збитків.

Дана система дає можливість спостерігати в реальному масштабі часу:

- за окремим об'єктом системи мережі,

- за всією системою мережі.

На відміну від аналогів даної системи, які дають можливість визначати просторове положення окремого ОК тільки через контроль всієї мережі, запропонована система може автономно використовуватися для окремого об'єкту контролю та для всієї мережі.

Перевагою даної вимірювальної системи є те, що вона не потребує визначення просторових змін об'єкту через складні обчислення як площинного, так і просторового кута.

В даній системі контролю не потрібно встановлювати реперну точку, відносно якої визначається зміна параметрів об'єкта контролю. Це стає важливим чинником, так як спостереження проводяться не тільки за об'єктом контролю, але і за зміщенням ґрунту, що може викликати зміну положення ОК, а встановлення такого репера є досить складною задачею. В даній системі роль репера виконує коливальний контур з кварцовою стабілізацією частоти, яка порівнюється із частотою від вимірювальних посудин. Відмінність запропонованої системи полягає в тому, що можуть використовуватися як всі посудини гідропроводу, так і певна їх частина, або навіть окрема посудина з метою визначення як величини кута, так і площини цього кута.

Така вимірювальна система представляє собою сукупність спеціальних посудин, які сполучені між собою гідропроводом.

Система ГДСС конструктивно складається із таких головних складових частин, (рис. 1):

- посудин, які сполучені гідропроводом (1а–1т);
- комутатора 2;
- схеми керування 15;
- запам'ятовуючого пристрою 3;
- підсилювача 4;
- системи обробки сигналу, яка в свою чергу включає:
 - аналізатор номеру посудини і номеру ємності 6;
 - вимірювача частоти сигналу 7;
 - перетворювача змінного сигналу в постійний 8;
 - вимірювача величини зміщення 9;
 - вимірювача напрямку зміщення 10;
 - схеми порівняння 11;
 - мікропроцесорного пристрою 12;
 - пристрою передавання інформації 13;
 - диспетчерського пункту 14.

Система призначена для контролю величин переміщень ОК у вертикальній площині, а також для визначення напрямку кута зміни в горизонтальній площині.

Як первинні перетворювачі використовуються сполучені посудини, які є елементом коливального контуру у вигляді змінної ємності і задають частоту коливального контуру. Первинний перетворювач представляє собою циліндричну посудину з центра-

льною рухомою віссю, яка виконує функції однієї обкладки конденсатора, другою обкладкою якого є розділені пластини на циліндричній поверхні посудини. Посудина до певного рівня залита відповідною рідиною. Комутатор – це пристрій, який за допомогою схеми прирівняння підключає посудину до схеми вимірювання, а також кожний елемент посудини для визначення напрямку кута зміни переміщень. Схема керування служить для управління блоками вимірювальної системи, черговості їх включення, а також синхронізації обробки сигналу.

Запам'ятовуючий пристрій служить для запам'ятовування номеру посудини, яка включена в процес контролю і запам'ятовує, чи на даному етапі підключається до контролю вся система, чи окрема посудина або блок посудин. Підсилювач представляє собою широкосмуговий елемент з глибоким від'ємним зворотнім зв'язком і використовується для підсилення сигналу в широкому діапазоні частот. Частоти визначаються частотою контуру, складовим якого є індуктивність і почергово під'єднувані ємності вимірюваних посудин. Система обробки сигналу включає декілька обчислювальних блоків і служить для обробки отриманого інформаційного сигналу для визначення величин і напрямку зміщення об'єкту, контролюючи газові мережі в цілому. Аналізатор номеру посудини і номеру ємності представляє собою запам'ятовуючий пристрій з постійною пам'яттю, який, отримавши сигнал з комутатора, визначає номер посудини і початок відліку, що представляє собою фактично номер вимірювальної ємності. Вимірювач частоти сигналу побудований на мості Віна і визначає частоту вимірювального сигналу. Перетворювач змінного сигналу в постійний представляє собою частотний дискримінатор, який дає на виході постійний сигнал, пропорційний зміщенню об'єкту контролю. Вимірювач напрямку зміщення порівнює сигнал із аналізатора номера ємності і блоку вимірювача величин зміщення і визначає напрямок зміщення. Схема порівняння служить для порівняння результатів початкових і поточних вимірів, що дає можливість визначення абсолютних значень зміщень. Мікропроцесорний пристрій, який побудований на мікроЕОМ серії AT89C55, оперативно запам'ятовуючої мікросхеми та аналого-цифрового перетворювача, служить для обробки отриманих результатів для просторового визначення просідання як елементів мережі, так і цілої газової мережі в різних координатах. Передаючий пристрій представляє собою підсилювачі напруги для передачі сигналу на візуальний пристрій чи диспетчерський пункт. Диспетчерський пункт це обчислювальний комплекс на базі ЕОМ для обробки і візуалізації результатів контролю в реальному масштабі часу.

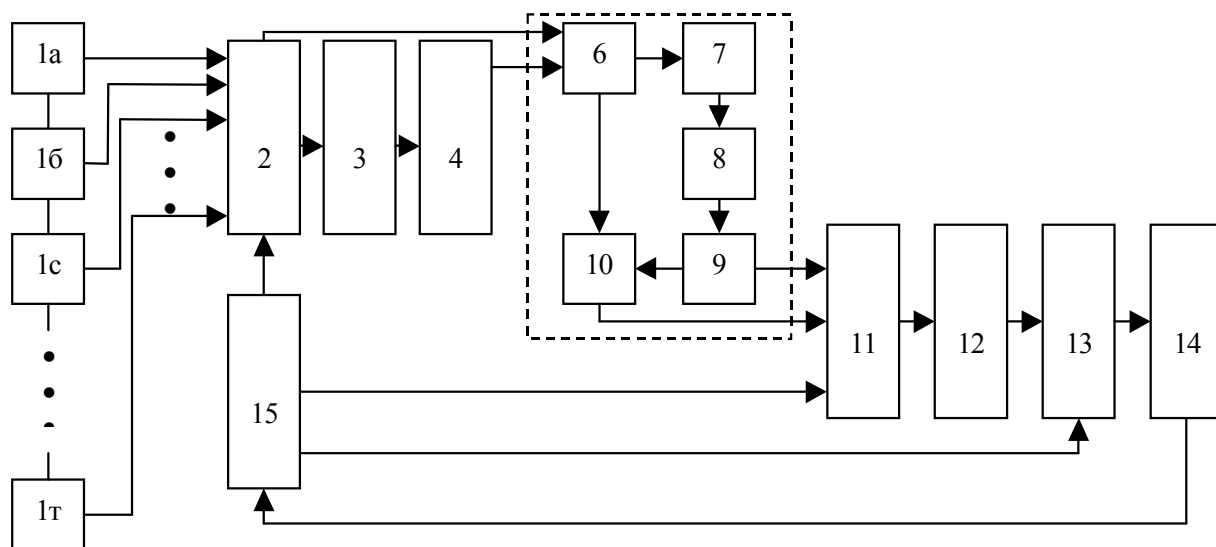


Рис. 1. Гідродинамічна система спостережень

Робота пристрою полягає в наступному. Синхронізуючий сигнал поступає на відповідні блоки згідно рис. 1 в режимі внутрішньої синхронізації через запрограмовані періоди часу. В режимі зовнішньої синхронізації сигнал з диспетчерського пункту поступає на задану схему, що є початком опитування всіх вимірювальних посудин газової мережі або окремої посудини.

Сигнал із вимірювальної посудини через блок комутації поступає на запам'ятовуючий пристрій, а далі в систему обробки сигналу. У зв'язку з тим, що посудини мають спеціальну конструкцію із визначником початку відліку, це дає можливість визначити номер контрольованої ємності, а отже і величину зміщення і її напрямку. Для цього в посудинах є індуктивний давач, поява вихідного сигналу якого є початком відліку ємностей. При повороті центральної осі, яка представляє одну обкладку конденсатора, сигнал від індуктивного давача дає дозвіл на сприйняття вимірювачем частоти сигналу від вимірювальної посудини. Отриманий сигнал синусоїдальної форми відповідної частоти, яка залежить від нахилу вимірювальної посудини, через частотний дискримінатор перетворюється в постійний сигнал.

Зміна кількості рідини, яка заповнює простір між обкладками конденсатора посудини, приводить до зміни ємності конденсатора і відповідно до зміни частоти вимірювального коливального контуру, частиною якого є дана ємність. Ємність конденсатора вимірювальної посудини визначається:

$$C = \frac{u \cdot S}{\varepsilon \cdot \varepsilon_0}, \quad (1)$$

де u – напруга між обкладками конденсатора; S – площа перекриття пластинок одна одною; ε – діелектрична константа рідини, яка знаходиться між об-

кладками конденсатора і рівень якої змінюється від положення вимірювальної посудини; ε_0 – діелектрична постійна.

Для визначення напрямку зміни використовується вимірювач зміщення, що представляє собою перетворювач сигналу, який синхронізується від сигналізатора номеру посудини і номеру ємності.

Для визначення абсолютного зміщення ОК використовується схема порівняння, яка дає можливість визначити зміщення, тобто зміну частоти від кожної ємності як від початку закладення вимірювальної схеми, так і між будь-якими вже проконтрольованими вимірами. Це в свою чергу дозволяє в реальному масштабі часу аналізувати процес просідання ґрунту, трубопроводу, тощо, тобто саму їх динаміку і ідентифікувати можливий фактор впливу на вищевказаний процес.

Використання мікропроцесорного комплексу дає можливість первинної обробки сигналу, а також побудови графіків зміни переміщень і їх напрямку в реальному масштабі часу, як окремого елементу, чи газової мережі в цілому.

Вивід інформації на диспетчерський пункт із цілою системою контрольованих параметрів дає можливість оперативного прийняття рішень, аналізу факторів впливу, їх питомо вагу на зміну елементів положення газової мережі, а отже і сховища в цілому.

Інформація на диспетчерському пункті подається системою графіків положення елементів газової мережі у такому вигляді:

$$\Delta \varepsilon = f(t), \quad (2)$$

де $\Delta \varepsilon$ – зміщення елементу мережі від початку закладення системи; t – час, на протязі якого мало місце зміщення.

Робота схеми пояснюється часовими діаграма-

ми на прикладі зображеної ділянки труби (рис. 2) на протязі трьох років спостереження.

На рис. 2а зображено сигнал від датчика про зміщення газопроводу, де суттєві зміни відбулися на 12-му місяці спостережень. На рис. 2б показаний модульований сигнал у вигляді синусоїди, який подається на схему обробки сигналу. Зображення відеоблоку на диспетчерському пункті показано на рис. 2в. Із рис. 2 видно, що дане положення трубопроводу за 36 місяців спостережень змінилося, але не досягнуло критичного значення. Отримуючи таку інформацію, можна точно визначити реальні деформації окремого трубопроводу і системи в цілому в реальному масштабі часу. Це дає можливість ідентифікувати фактори впливу на протязі певного пері-

оду, компенсувати їх негативний вплив і тим самим запобігти аваріям.

Система гідравлічного нівелювання служить для дистанційного вимірювання вертикальних зміщень 30 контрольованих точок і може бути використана для регулярних спостережень за просіданням інженерних споруд (наприклад, підземного сталюго газопроводу), а також деформацією фундаментів технологічного обладнання.

Живлення системи гідродинамічного нівелювання здійснюється від джерела змінного струму напругою 220 В з частотою 50 ± 1 Гц або від автономного джерела постійного струму 12 В.

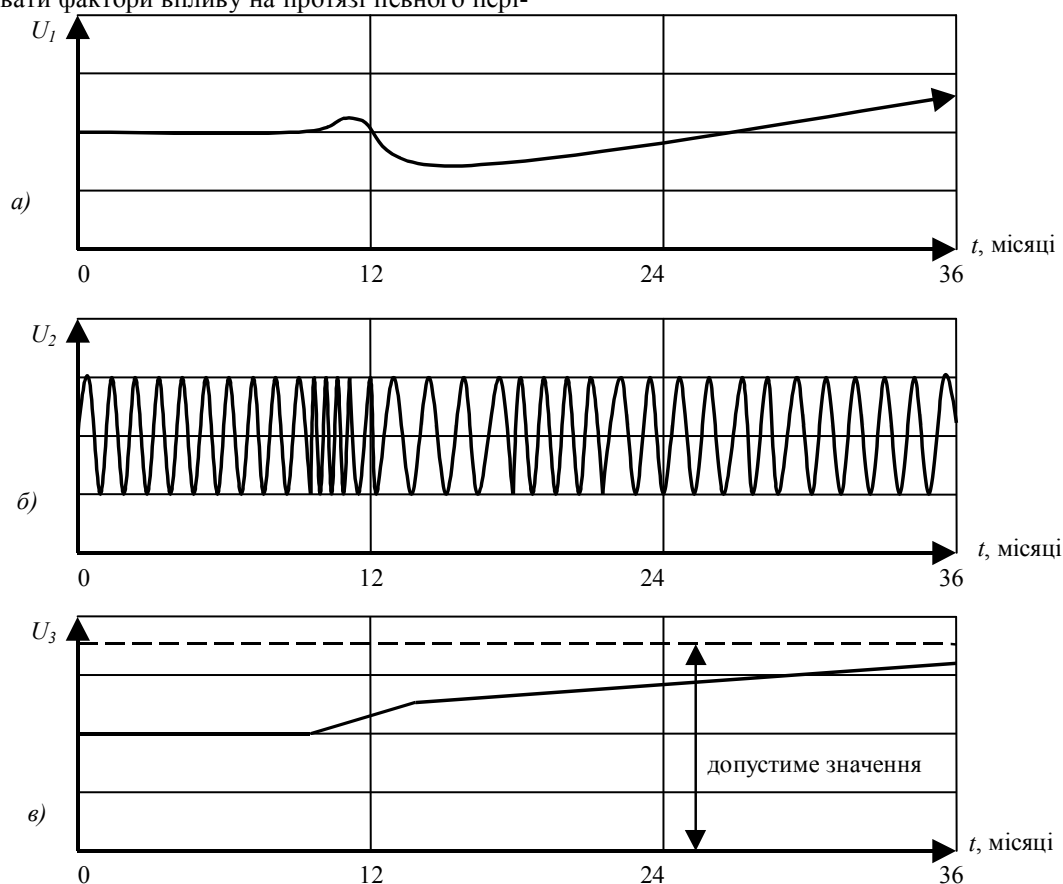


Рис. 2. Часові діаграми роботи ГДСС

Склад рідини в посудинах може бути таким:

- 99,98 % питної води (ГОСТ 2874-83) і 0,02 % ангідриду хрому (ГОСТ 2548-77);
- 50 % етилгліколю (ГОСТ 10164-75), 44,98 % дистильованої води (ГОСТ 6709-82) і 0,03 % ангідриду хрому (антифриз).

Час встановлення робочого режиму становить не більше 5 хвилин.

1. Технические средства диагностирования магистральных нефтепроводов. Обзорная информация. Серия: Транспорт и хранение нефти и нефтепродуктов. Выпуск 2(89). Москва, 1989. 2. Копцов Ю. И. Техническое состояние магистральных газопроводов АТ "Укргазпром" и актуальные задачи по их диагностике" // Матеріали науково-практичної конф: "Нафта і газ України-96". – Т. 3. – Харків, 1996. – С. 70.

